Untersuchungen zur Periodik der lokomotorischen Aktivität des europäischen Maulwurfs (*Talpa europaea* L.) unter natürlichen Bedingungen

Von

A. BUSCHINGER, Darmstadt [1]) und G .R. WITTE, Kassel [2])

Einleitung

Erste objektive Daten zur Verteilung der Aktivitäts- und Ruhephasen wildlebender Maulwürfe teilte Godfrey 1955 mit. Der Einsatz radioaktiv markierter Tiere erlaubte der Autorin Angaben über die jeweils stattgefundene Lokomotion oder Ruhe ihrer Versuchstiere. Die personalaufwendige Tracer-Technik begrenzte jedoch die zeitliche Ausdehnung der Meßreihen: Godfreys längste kontinuierlichen Messungen belaufen sich auf acht Stunden: hierdurch wird die Aussagekraft ihrer Befunde stark eingeschränkt (vgl. Klein 1967, p. 28).

Klein (1967) führte Meßreihen zur Aktivitätsregistrierung im Freiland mittels elektrischer Kontaktsonden im Gangsystem durch. Er registrierte fortlaufend über 10 Tage. Seine Methode hat jedoch Nachteile: Da es erwiesen ist, daß ein Maulwurfsrevier oder Teile eines Gangsystems gleichzeitig oder in kurzer zeitlicher Aufeinanderfolge von mehreren Tieren benutzt werden können, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, ob die Kontakte immer vom gleichen Tier geschlossen werden. Überdies können Maulwurf und Schermaus, *Arvicola terrestris* (L.), im Abstand von wenigen Stunden denselben Gang benutzen. Ferner muß damit gerechnet werden, daß der Revierbesitzer zeitweilig unkontrollierte Teile des Gangsystems aufsucht oder neue Gänge ausbaut und dann mit der genannten Methode keine Aktivität registriert wird.

Meese und Cheeseman (1969) arbeiteten wiederum mit der Tracer-Technik. Die Autoren dehnten die kontinuierlichen Meßreihen auf 24 Stunden aus.

Eigene Daten zur Periodik der lokomotorischen Aktivität bei Labor-Maulwürfen unter verschiedenen Umweltbedingungen ließen eine Kon-

---

[1]) Tracer-Technik
[2]) Ökologischer Teil

trolle unter natürlichen Bedingungen wünschenswert erscheinen. Wir erweiterten daher die aus der Literatur bekannten Daten durch eine Meßreihe, die bei Winterwetter (Januar 1970) durchgeführt wurde.

Methode

Wie Godfrey, Meese und Cheeseman bedienten auch wir uns der Tracer-Technik zur kontinuierlichen Verfolgung des von uns radioaktiv markierten Maulwurfs (♂), der in unserem Versuch über mehr als 6 volle Tage in 10-Minuten-Intervallen mit GM-Zählern und Szintillationsmeßgeräten [3]) geortet wurde. Unsere Methode gleicht in allen wesentlichen Einzelheiten der von Godfrey (1955) bzw. Meese und Cheeseman (1969): Die radioaktive Markierung wurde mit Zweikomponentenkleber auf die Außenseite eines Vogelwartenringes geklebt, der um die etwas verjüngte Schwanzwurzel des Maulwurfs gelegt werden konnte. Godfrey konnte eine Quelle von 80 μCi Co-60 durch eine Bodenschicht von 30 cm orten; Meese und Cheeseman armierten ihre Markierringe mit 100 μCi Co-60, wobei die freiwerdende Gammastrahlung ausreichte, um eine annähernd 0,9 m mächtige Bodenschicht zu durchdringen. Wir konnten im Versuch einen Strahler mit 560 μCi Ta-182 in 1 m tiefem, schwerem Lehmboden einwandfrei orten. Für die Praxis ist es dabei wichtig, daß an der Erdoberfläche mindestens 1 m im Umkreis der Strahlenquelle eindeutig meßbare Werte auch noch bei starkem Regen (hoher Geräuschpegel) auftreten, um zeitaufwendiges Suchen zu vermeiden. Das Verwenden zu geringer Mengen strahlenden Materials verunsichert die Ergebnisse und könnte zum Verlust der Quelle führen.

Versuchsverlauf

Ab Ende Dezember wurde das mit 360 μCi Ta-182 markierte Tier (im folgenden „T 15") zur Kontrolle des festen Sitzes des radioaktiv armierten Leichtmetall-Rings (Vogelwartenring) im Labor gehalten. Am 10. Jan. 1970 wurde T 15 in ein besiedeltes Maulwurfsrevier eingesetzt.

Der revierbesitzende Wildmaulwurf konnte trotz längerer Bemühungen nicht vor Versuchsbeginn gefangen werden. Während des Tracer-Tests besiedelten daher beide: Wildtier und Versuchstier, ohne nachweisbare gegenseitige Beeinflussung das weiträumige und offenbar in zwei Teilareale gegliederte Gangsystem jeweils zur Hälfte. Soziale Synchronisation wird allerdings bei niedrigen Temperaturen (+ 5° C) bei *Talpa europaea* im Labor in zwei von vier Fällen vermutet (Witte, unveröff.). Mit sozialer Synchronisation muß dementsprechend auch im Tracer-

[3]) BERTHOLD LB 1240 mit Großflächensonde LB 6310; Graetz Dosisleistungsmesser X 50 mit GM-Zählrohr; BERTHOLD LB 1821 mit Szintillationsdetektor SZ 25/25 D. Für unsere Versuchsbedingungen erwies sich das letztgenannte Gerät als am besten geeignet.

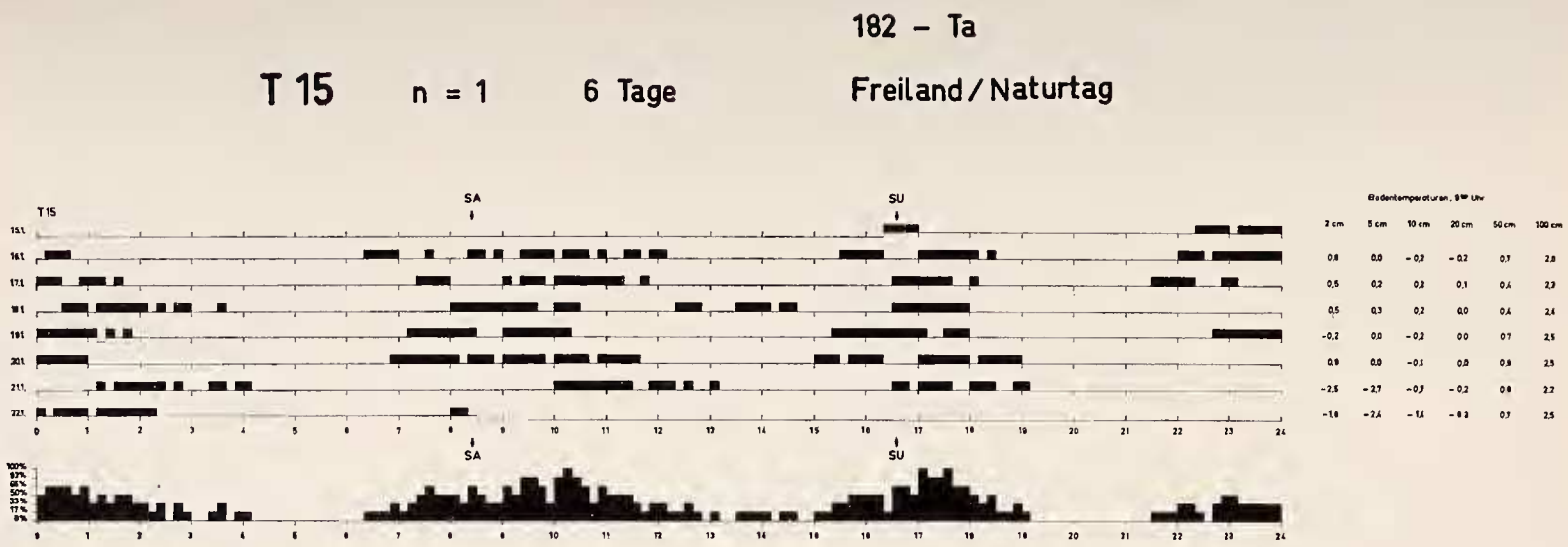

Abb. 1: Aktogramm des radioaktiv markierten Versuchstieres T 15 im Freiland über 6 Tage: Beginn der kontinuierlichen Meßreihe: SU (Sonnenuntergang) des 15. Januar, Ende: SA (Sonnenaufgang) des 22. Januar 1970. Meßintervalle: 10 Minuten

Unter dem Aktogramm: Numerische Addition der 10minütigen Aktivitätsphasen (10-Min.-Raster). Abszisse: Zeit in h; Ordinate: Aktivität in % (100 % bedeutet: „An allen 6 durchlaufenden Meßtagen — 16. bis 21. Jan. — in diesem 10-Minuten-Intervall aktiv").

„Lokomotorisch aktiv" bedeutet: feststellbare Ortsveränderungen des Tieres innerhalb des letzten Meßintervalls (20 cm Ortsveränderung ist in unserer Versuchsreihe eindeutig zu registrieren). — „Ruhe" bedeutet: keinerlei Ortsveränderung im letzten Meßintervall feststellbar.

versuch gerechnet werden. Die auffällige Tagaktivität mit ihren drei Maxima wäre auch in diesem Fall vom täglichen Lichtgang her zu erklären. — Denkbar wäre auch (Hediger folgend), daß beide Tiere in ihrem Tageslauf persönliche Begegnungen vermeiden, indem sie genauen Zeitplänen folgen, die ein gleichzeitiges Benutzen der Gangsysteme vermeiden: auch in diesem Fall wäre das bei T 15 festgestellte Aktivitätsmuster vom Lichtgang her zu erklären, indem entweder T 15 (schreibt man ihm dominante Stellung zu) grundsätzlich seine Aktivitätsphase wählt oder aber (schreibt man dem Wildmaulwurf Dominanz zu) in Zeiten ausweichen muß, in denen das Wildtier die Gänge nicht benutzt. (Weil im Versuchsrevier öfter ein Tier — und zwar ausschließlich der markierte Maulwurf — beim Wühlen geortet und gesehen wurde, glaubten wir von Annahmen einer Störung durch das Wildtier absehen zu dürfen.)

Wegen der vorhergegangenen 10-wöchigen Käfighaltung erfolgte während des genannten Versuchsablaufes trotz reicher Bodenfauna (vor allem Lumbriciden) Zufütterung, die regelmäßig angenommen wurde.

Futtergaben wurden einmal täglich gereicht. Da jeweils ein Überangebot gegeben wurde (gekäfigte Tiere erhalten eine Tagesration von 50 bis 100 g täglich), stand T 15 ständig Zusatzfutter zur Verfügung. — Bei Labormaulwürfen wurde festgestellt: Während einer Aktivitätsphase gefütterte Tiere gehen fast immer sofort ans Futter. Während einer Ruhephase gefütterte Tiere nehmen das frischgereichte Futter nur dann an, wenn sie kurz vor der — ihrem individuellen Aktivitätsmuster entsprechenden — Aufwachzeit stehen. Sie können mithin ihre Aktivitätsphase schätzungsweise bis zu 30 Min. früher eröffnen. — Tiere, die länger als ca. 30 Min. vor der individuellen Aufwachzeit stehen, nehmen frischgereichtes Futter höchstens vorübergehend an, um dann weiter zu ruhen. — Eine direkte Störung des Versuchstiers wurde dadurch zu vermeiden gesucht, daß das Tier beim Füttern wenigstens 12 m vom Futterplatz entfernt war. Ein Aufsuchen des Futters abhängig vom Darbieten wurde im Freilandversuch nie beobachtet. Wir sind daher der Überzeugung, daß durch die — im übrigen zu jeweils verschiedenen Tageszeiten durchgeführten — Fütterungen die Aktivitätsmaxima nicht beeinflußt worden sind.

Am 10. Januar herrschte kaltes, regnerisches, an den folgenden Tagen Schnee- und Frostwetter. Gegen Versuchsende trat Wettermilderung ein. — Die Bodentemperaturen von 2 cm bis 100 cm Bodentiefe (9.00 Uhr-Werte) für den Zeitraum des Tracer-Versuchs sind aus Abb. 1 ersichtlich.

Zwischen dem 10. und 14. Januar (in der Eingewöhnungszeit) erfolgten Kontrollmessungen lediglich bei Tag, um eine grobe Übersicht über den Aktionsraum des Tieres zu erhalten. Am 14. Januar begann bei Sonnenuntergang (SU) die kontinuierliche Meßreihe des Versuchsprogramms; sie wurde am 22. Januar bei Sonnenaufgang (SA) abgeschlossen.

Die Messungen wurden in 10-Minuten-Intervallen vorgenommen. Die Sonden der Meßgeräte waren an der Spitze von 2,5 m langen Bambusstäben befestigt. Über die eingemessene Strahlenquelle (= Versuchstier) wurde ein an einem Stab befestigter Reflektor gelegt, der auch bei Nacht im Scheinwerferlicht gut sichtbar war. So waren einerseits die Meßtrupps jeweils mindestens 2 m von der Strahlenquelle entfernt; andererseits unterblieben vermeidbare Störungen des Versuchs-

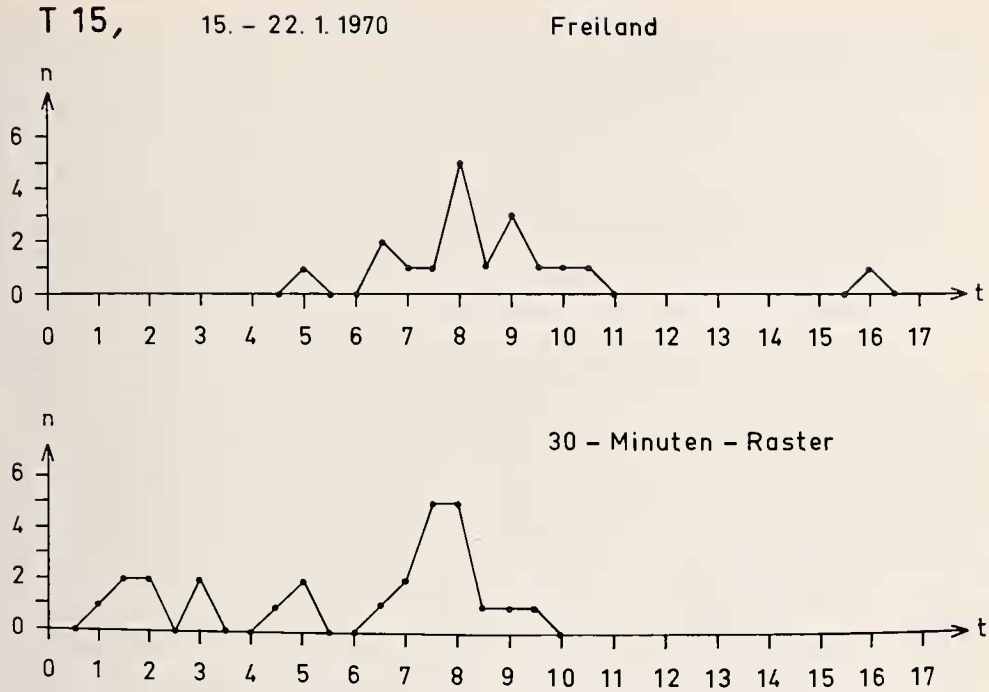

Abb. 2: Intervall-Histogramm zu Abb. 1 (15. bis 22. Jan. 1970) im 30-Min.-Raster: Im oberen Histogramm sind „subjektiv zusammengehörige Schübe" zusammengefaßt, im unteren Histogramm ist das 30-Min.-Raster im strengen Sinn angewandt (vgl. Text p. 13).

Das Intervall-Histogramm gibt an, welchen Häufigkeitsgrad n einzelne Intervalle t = „Periodenlängen lokomotorischer Aktivität", gemessen vom Beginn einer Aktivitätsphase über die ihr folgende Ruhephase bis zum Beginn der nächsten Aktivitätsphase, innerhalb eines Versuchs aufweisen.

tieres. Erst nach Verlassen eines eingemessenen Gangabschnittes (vor Wegnahme des Reflektorstabes zur Markierung einer neuen Position) wurde die alte Meßstelle mittels durchnumerierter Fähnchen endgültig gekennzeichnet (vgl. Abb. 4). Festgestellte Ventilationsschächte wurden durch Steinquader gekennzeichnet (vgl. Abb. 3, 4 und 5 d).

Folgende Besonderheiten fielen auf:

Am 19. Januar geriet T 15 zwischen 1.00 Uhr und 1.20 Uhr außer Kontrolle. Trotz Einsatzes zweier empfindlicher Meßgeräte war das Tier im bekannten Gangsystem nicht zu lokalisieren: Zwischen 1.20 Uhr und 1.30 Uhr erschien T 15 wieder innerhalb des kontrollierten Beobachtungsgeländes.

Ein Gangabschnitt zwischen F und SchN (vgl. Abb. 5 a) wurde vom Versuchstier stets mit auffallender Geschwindigkeit durchlaufen. In diesem Bereich wurde nie gegraben, gejagt oder geruht.

In keinem Fall konnten wir eindeutig einen anderen als den markierten Maulwurf im Versuchsgelände feststellen. Das Versuchstier wurde bei seinen Bewegungen in flach verlaufenden Gangabschnitten des öfteren durch die Belüftungsschächte gesehen. Außerhalb des Gangsystems trafen wir T 15 nie an, doch ver-

Abb. 3: Das Gangsystem des radioaktiv markierten Maulwurfs ist mit durchnumerierten Fahnen gekennzeichnet und in Planquadrate von 3 mal 4 m Grundfläche aufgeteilt. Hierdurch ist ein Vermessen und Aufnehmen des registrierten Gangsystems (Territorium) des Versuchstiers nach Abschluß der Meßreihe möglich vgl. Abb. 5 a—d).

muten wir in einigen Fällen ein kurzfristiges Verlassen desselben zwischen den Meßterminen (so am 19. Jan., s.o.). — Die Rüsselspitze des Tieres konnte bei ruhigem Wühlen mehrfach zwischen lockeren Erdkrumen beobachtet werden. Irgendwelche erkennbaren Störungen durch die Meßarbeiten fielen uns ebensowenig wie Godfrey (1955) auf.

Im letzten Drittel der Versuchszeit wurde unmittelbar am Beobachtungsbereich mit einem Dieselschlepper gepflügt. Auch diese starken Störungen schienen den gewohnten Aktivitätsrhythmus des Tieres nicht zu beeinflussen: T 15 ruhte in der überwiegenden Zeit dieser Störung im Nest, dessen kürzeste Entfernung vom Motorpflug etwa 15 m betrug.

Auswertung

Das Aktogramm (Abb. 1) des radioaktiv markierten Tieres weist an sechs Tagen (zwischen 15. Jan., 22.20 Uhr und 22. Jan., 8.00 Uhr) 19 „Perioden lokomotorischer Aktivität" auf, mithin im täglichen Durchschnitt 3. Die mittlere Periodenlänge beträgt in diesem Versuch 8,1 Std., wobei die Aktivitätsphasen im Schnitt 3,3 Std., die Ruhephasen 4,7 Std. betragen.

Abb. 4: Messen mit Szintillationsdetektor am Lot der vorhergegangenen Registrierung (Schlüsselpunkt: reflektierender Leuchtstab; Fahnen werden zur Vermeidung von Störungen und Verletzungen des Tieres sowie aus Gründen des Strahlenschutzes erst gesteckt, wenn das Versuchstier den Ort wieder verlassen hat).

Steinquader markieren die festgestellten Ventilationsschächte.

Die Abb. 5 a bis 5 d sind Arealkarten des Versuchstieres T 15, das am 10. Januar in einem von einem Wildmaulwurf besetzten Territorium freigelassen wurde (vgl. auch Fußnote 3)).

Die Auswertung des Aktogramms (vgl. Abb. 1) erfolgte im 30-Min.-Raster (vgl. Fußnote [4])): Die klar zutage tretenden Phasen von Aktivität und Ruhe ließen es allerdings geraten erscheinen, zusammengehörige Aktivitäten auch dann als geschlossenen Komplex (Aktivitätsschub) zu behandeln, wenn sie Ruhezeiten bis zu einer Stunde einschließen. — Ausnahmsweise wurde die Vormittagsperiode am 18. Jan. von 8.00 Uhr bis 16.30 Uhr gerechnet.

Das Intervall-Histogramm [4]) (Abb. 2) gibt Auskunft über die Verteilung der auftretenden Intervalle (Periodenlängen): Nach dem Intervall-Histo-

---

[4]) Dieser Auswertung wurde das 30-Minuten-Raster im Sinne Aschoffs (1962) zugrunde gelegt: Als Mindestlänge einer Phase gelten 30 Min. aufeinander folgender Aktivität bzw. Inaktivität. Ein Intervall lokomotorischer Aktivität rechnet vom Zeitpunkt des Einsetzens einer Aktivitätsphase (über die ihr folgende Ruhephase hinweg) bis zum Beginn der nächsten Aktivitätsphase. Die einzelnen Periodenlängen (Intervalle) wurden auf volle 30-Min.-Einheiten auf- bzw. abgerundet.

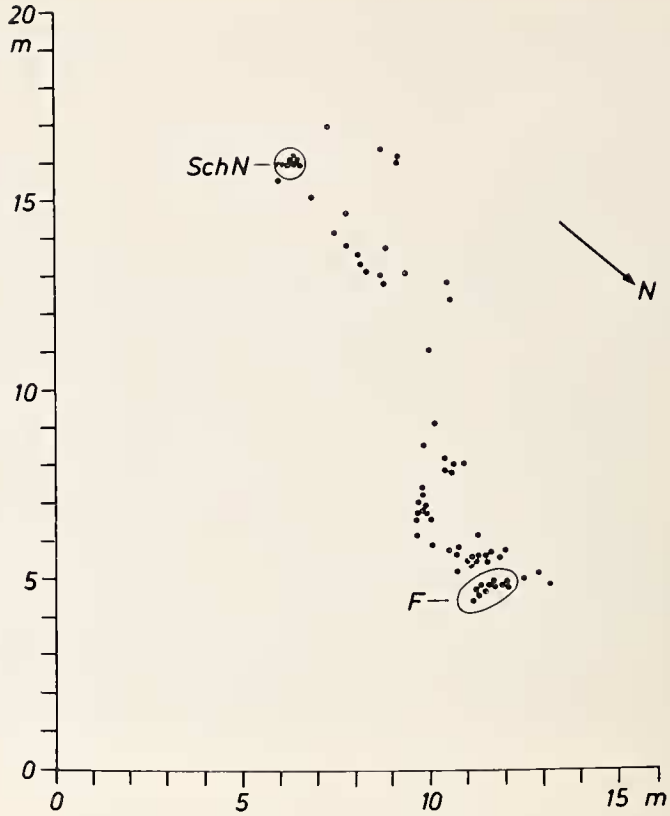

Abb. 5 a: Vom markierten Maulwurf zwischen 10. und 14. Jan. benutztes Gangsystem. Bei „F" am 10. Jan. gegen Sonnenuntergang freigelassen; hier wird, trotz reichlicher Naturnahrung (Lumbriciden) im Boden, täglich in einer Laubstreuschicht, die die Einsetzöffnung abdeckt, zusätzlich gefüttert (Vogelfleisch, Mäuse, Schaben, Schweineherz). Bei „SchN" Schlafnest (Gras). Hier wird nach Versuchsabschluß eine von F nach SchN verschleppte Labormaus gefunden.

gramm zählen wir 26 Intervalle (bei durchschnittlicher Intervall-Länge von 6,0 Std.), sofern wir das 30-Min.-Raster in strengem Sinne anwenden (Abb. 2, unteres Histogramm); hingegen nur 19 Intervalle, sofern wir die subjektiv „zusammengehörigen" α-Phasen als geschlossene Komplexe betrachten (Abb. 2, oberes Histogramm).

Aschoff (1962) sieht im Datenmaterial Godfreys „oft drei Maxima". Meeses und Cheesemans Ergebnisse lassen sich unseres Erachtens als 2 oder 3 Schübe pro Tag deuten.

Das hier zur Diskussion gestellte Freilandaktogramm (vgl. Abb. 1, T 15, 15. bis 22. Jan. 1970) weist eine erstaunliche Einheitlichkeit in zwei Beziehungen auf: Zunächst fallen die durch klare und ausgedehnte Ruhezeiten ge-

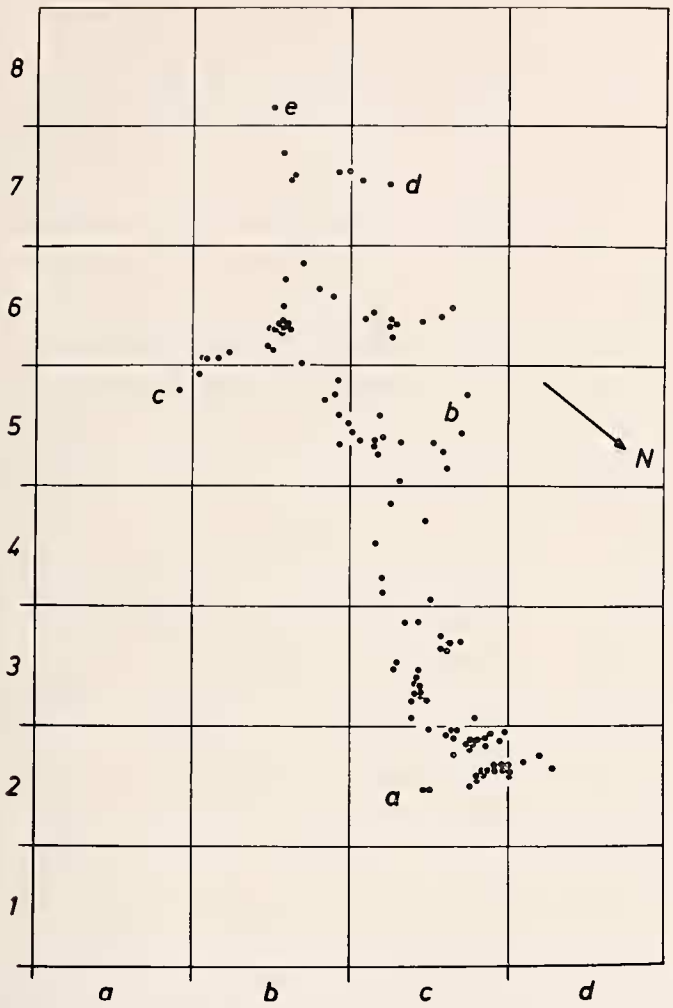

Abb. 5 b: Bis zum 16. Jan. wird das benutzte Gangsystem um die Gänge a, b, c, d und e erweitert. Hiervon ist a von T 15 selbst gewählt worden, b bis e sind übernommene Gänge des vorgefundenen Gangsystems.

trennten Aktivitätsphasen ins Auge. Ferner liegt ein offensichtlicher Zusammenhang zwischen Aktivität und Lichtgang vor: So liegt eine Hauptphase der Aktivität bei Sonnenaufgang, eine weitere bei Sonnenuntergang und die dritte schließlich überwiegend nach Mitternacht.

Wir stellen im Tracer-Versuch somit ein überraschendes Zusammenfallen von zwei Maxima der Aktivität mit Sonnenaufgang und Sonnenuntergang fest.

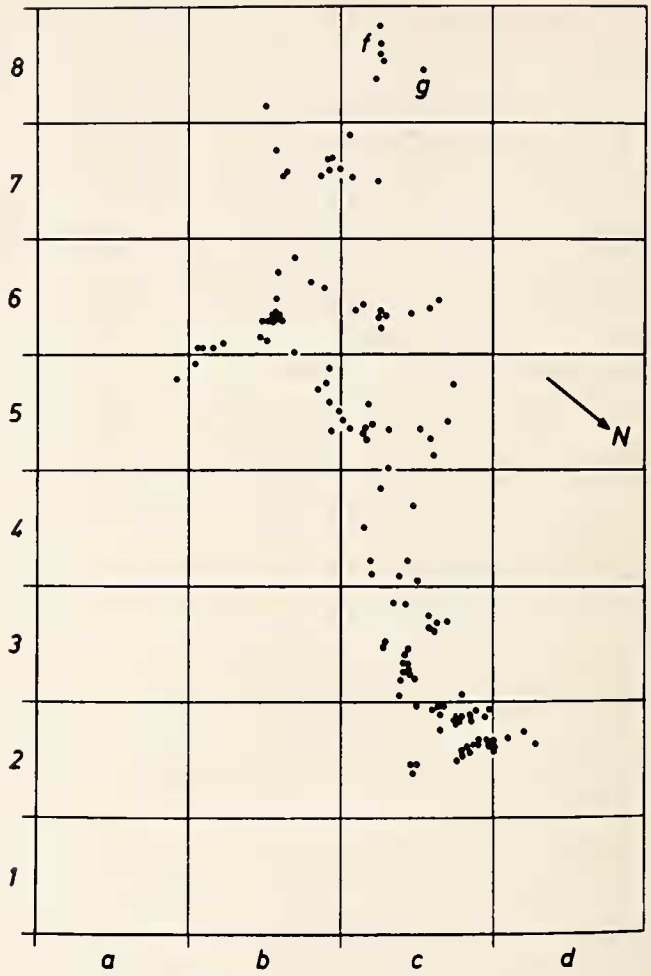

Abb. 5 c: Bis zum 17. Jan. ist das Territorium um die Gangabschnitte f und g erweitert worden.

Ist der Maulwurf tag- und nachtaktiv?

Das im Kurztag geprüfte, radioaktiv markierte Tier erweist sich als tagaktiv: Wir ermittelten für T 15 im Tracer-Versuch an 6 vollen Meßtagen (16. bis 21. Jan.) insgesamt

43,5 Stunden Aktivität (α) und

100,5 Stunden Ruhe (ϱ) [5]).

Zur Testzeit entfallen täglich 15 Stunden 40 Minuten (= 15,6 Stunden) auf die Skotophase (Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und Sonnenauf-

[5]) Angaben im 10-Min.-Raster.

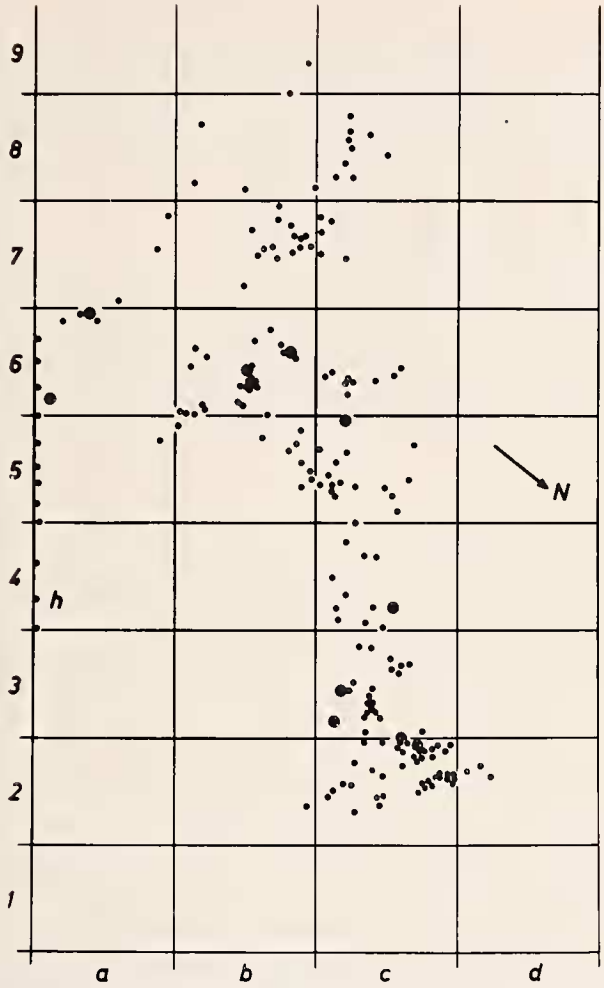

Abb. 5 d: Bis zum 22. Jan. wird das Territorium um h erweitert; von f aus werden zusätzliche Gangabschnitte in südwestlicher Richtnung benutzt. — Die in Abb. 5 d eingetragenen f e t t e n Punkte kennzeichnen die Lage der nachgewiesenen Ventilationsschächte.

gang = Nacht), 8 Stunden 20 Minuten (= 8,3 Stunden) auf die Photophase (Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang = Tag).

Aktivität und Ruhe verteilen sich wie folgt auf Tag und Nacht: Von 43,5 α-Stunden entfallen 25,7 auf die Skotophase und 17,8 auf die Photophase.

Die 25,7 Std. Nachtaktivität verteilen sich an den 6 Meßtagen auf insgesamt 93,6 Std. Skotophase; die 17,8 Std. Tagaktivität auf insgesamt 49,8 Std. Photophase.

Demzufolge liegt die Aktivitätsrate in der Nacht bei 27,5 % (nämlich 25,7 Std. α in 93,6 Stunden Skotophase) und am Tag bei 35,7 % (nämlich 17,8 Std. α in 49,8 Stunden Photophase).

Ob die in diesem Falle überwiegende Tagaktivität einen Sonderfall darstellt oder aber typisch für entweder den Kurztag oder aber für niedrige Temperaturen ist, läßt sich aus den bisher vorliegenden Daten nicht eindeutig ableiten. Immerhin ist dieser Befund interessant, wechselt doch eine Reihe von *Microtus*-Arten im Kurztag von der sommerlichen Nachtaktivität zur winterlichen Tagaktivität (vgl. Erkinaro 1969). In diesem Zusammenhang sei auch an gleichsinnige Wechsel der Phasenlage bei Fischen in hohen geographischen Breiten unmittelbar vor und nach Mittsommer hingewiesen (Daten von Müller und Mitarbeitern, Ökologische Station Messaure, Schweden).

Vermutlich handelt es sich beim Maulwurf aber nicht um einen identischen Vorgang: Bei *Talpa* scheint die Temperatur von entscheidendem Einfluß zu sein: Erste Ergebnisse zur Lauftrommelaktivität im Kunsttag — LD 12 : 12 — machen die Annahme wahrscheinlich, daß Maulwürfe bei Temperaturen von + 18° C nicht mit dem Lichtgang zu synchronisieren sind; hingegen bei + 5° C sehr stark tagaktiv werden (Witte, unveröff.).

Verhältnis von Aktivität und Ruhe

An 6 Tagen (= 144 Beobachtungsstunden) standen 43,5 Stunden α 100,5 Stunden ϱ gegenüber; im hier vorliegenden Freilandversuch war also $\alpha < \varrho$, und α steht mit 30 % ϱ mit 70 % der Beobachtungszeit gegenüber.

Zusammmenfassung

1. Die lokomotorische Aktivität eines mit 360 µCi Ta-182 radioaktiv markierten Maulwurfs wird über 6 Tage und Nächte ununterbrochen in 10-Minuten-Intervallen registriert.

   Aus den jeweils festgestellten Ortsveränderungen des Versuchstieres im Gangsystem wird auf die zeitliche Verteilung der lokomotorischen Aktivität des Tieres (Tagesrhythmus der lokomotorischen Aktivität) geschlossen.

2. Das 6-Tage-Aktogramm des Tieres im Freilandversuch weist 26 Perioden lokomotorischer Aktiviät auf. Die durchschnittliche Intervall-Länge beträgt 6,0 Stunden (bei Anwendung des 30.-Min.-Rasters nach Aschoff 1962).
   Auffällig sind

   a) die durch deutliche Ruhezeiten getrennten Aktivitätsphasen;

   b) der mögliche Zusammenhang zwischen Aktivität und Lichtgang (Spitzen der Aktivität bei Sonnenaufgang, Sonnenuntergang und nach Mitternacht).

3. Einer Aktivitätssumme von 43,5 Stunden steht eine Inaktivitätssumme von 100,5 Stunden gegenüber.

   Von den 43,5 Stunden Aktivität entfallen 25,7 auf die Skotophase (Nacht, gerechnet von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang) und 17,8 Stunden auf die Photophase (Tag, gerechnet von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang).

   Da der Versuch während des Kurztags (15. bis 22. Jan.) stattfand, entfallen 35,7 % der Aktivität auf den Tag und nur 27,5 % auf die Nacht.

4. Es wird die Vermutung ausgesprochen, daß Maulwürfe bei niedrigen Temperaturen zunehmend tagaktiv werden. Stützen für diese Vermutung bieten Befunde Erkinaros (1968 und persönliche Mitteilung): *Microtus*-Arten und Eulen sind im

Kurztag hoher Breiten (während des Winters) tagaktiv, im Langtag (während des Sommers) hingegen nachtaktiv.

Erste Ergebnisse mit Maulwürfen im Kunsttag (LD 12 : 12 bei + 5° C) zeigen, daß Maulwürfe bei niedrigen Temperaturen im 12-Stunden-Tag überwiegend tagaktiv werden können (Witte, unveröff.).

Summary

1. The locomotory activity of a mole labelled with 360 microcuries Ta-182 is recorded continuously over a period of 6 days.

2. The 6-day-actogramm of the animal in the field test shows 26 periods of locomotory activity. The average intervalduration (= periods of locomotory activity) is 6,0 hrs (using the 30 min-raster after Aschoff 1962).

   Significant are

   a) the periods of activity which are separated clearly by the periods of inactivity;

   b) the possible relationship between activity and day-time (peaks of activity at sunrise, sunset und after midnight).

3. During the 6-days of field test the sum of activity amounts to 43,5 hrs, the sum of inactivity to 100,5 hrs.

   Of the 43,5 hrs of activity 25,7 hrs account to the skotophase (dark time) and 17,8 hrs to the photophase (light time).

   However, since the test was carried out during the hibernal short-day (jan. 15th to 22nd) 35,7 % of the activity took place during daytime and 27,5 % during night.

4. The results suggest that moles become increasingly day-active with lower temperatures. This possibility is further supported by the results obtained by Erkinaro (1969 and personal correspondence): in regions of high latitude *Microtus* species and owls are day active during the hibernal short-day. During long-day (in summer), however, they are night-active.

   First results with moles that are kept in artificial day (LD 12 : 12 at +5° C) show that moles may become predominantly day-active at low temperatures in a 12-hours-day (Witte, not yet published).

Literatur

Aschoff, J. (1962): Spontane lokomotorische Aktivität 11 (4): Handbuch der Zoologie 8 / 30. Lieferung: 1—74. — Berlin.

— (1964): Die Tagesperiodik licht- und dunkelaktiver Tiere. — Rev. Suisse de Zool. 71: 528—558.

—, K. Klotter und R. Wever (1965): Circadian Vocabulary. — Circadian Clocks. Proc. Feldafing Summer School. North-Holland Publishing Company. Amsterdam.

Burt, W. H. (1943): Territoriality and home range concepts as applied to mammals. — J. of Mammalogy 24: 346—352.

Erkinaro, E. (1969): Der Phasenwechsel der lokomotorischen Aktivität des *Microtus agrestis* (L.), *Microtus arvalis* (Pall.) und *M. oeconomus* (Pall.). Aquila, Ser. Zool. 8, Societas Amicorum Naturae Oulensis. Oulu.

Folitarek, S. (1932): The distribution and biology of the mole *(Talpa europaea brauneri* Satunin) and mole catching in Ukraine. Bull. Soc. Nat. Moscou (Sect. Biol.) 41: 235—302 (russ.).

Gerhard, M. (1968/69): Tagging of Small Animals with Radioisotopes for Tracing Purposes. Isotopes and Radiation Technology 6 / 2: 200—204. Oak Ridge National Laboratory.

Godfrey, G. K. (Mrs. Crowcroft) (1955): A field study of the activity of the mole *(Talpa europaea)*. Ecology 36: 678—685.

— (1955 a): Radioactive Isotopes in Zoology. — Nature 174: 951—952.

— (1957): Observations of the Movements of the Mole *(Talpa europaea* L.) after Weaning. — Zool. Soc. London 128: 287—295.

— and P. Crowcroft, (1960): The Life of the Mole. London.

Haeck, J. (1969): Colonization of the Mole *(Talpa europaea* L.) in the Ijsselmeerpolders. — Netherlands J. Zool. 12 (2): 145—248.

Hamilton, W. G. jr. (1939): Activity of Brewer's mole *(Parascalops breweri)*. — J. Mammal. 20: 304—310.

Hediger, H. (1949): Säugetierterritorien und ihre Markierung. Bijdragen tot de dierenkunde 28: 172—184.

Hoffmann, K. (1969): Die relative Wirksamkeit von Zeitgebern. Oecologia (Berl.) 3: 184—206.

Klein, H. (1967): Untersuchungen zur Ökologie und zur verhaltens- und stoffwechselphysiologischen Anpassung von *Talpa europaea* (Linné 1958) an das Mikroklima seines Baues. — Diss. Univ. Tübingen. In: Z. Säugetierkd. 37 (1972): 16—37.

Leyhausen, P. (1965): Soziale Organisation und Dichtetoleranz bei Säugetieren. — In: Lorenz, K., und P. Leyhausen, 1968, Antriebe tierischen und menschlichen Verhaltens. — München.

Mellanby, K. (1966): Mole activity in woodslands, fens and other habitats. J. Zool. Lond. 149: 35—41.

— (1967): Food and Activity in the Mole *Talpa europaea*. Nature 215: 1128—1130. — London.

Meese, G. B., and C. L. Cheeseman (1969): Radio-active tracking of the mole *(Talpa europaea)* over a 24-hour period. J. Zool., Lond. 158: 197—224.

Pavlinin, V. N. (1948): Some studies in the ringing of moles *(Talpa europaea* L.) in the Ural. Zool. sh. 27: 555—562 (russ.).

Schaerffenberg, B. (1939): Haltung und Pflege des Maulwurfs. D. Zool. Garten (NF) 11: 107—109.

Scheffer, T. (1939): The common mole. Runway studies, hours of activity. Trans. Kansas. Acad. of Science 25, pt. 5 Misc. Papers, no 2: 160—163.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Alfred Buschinger, Zoologisches Institut der Technischen Hochschule Darmstadt, Schnittspahnstraße 3, 61 Darmstadt.

Prof. Dr. Günter R. Witte, Abteilung Didaktik der Biologie, OE 03 der Gesamthochschule Kassel, Heinrich-Plett-Straße 40, 3500 Kassel.